

AI 赋能 BIM 技能大赛新引擎深度探究

刘希武 李韶辉 柳丹 纪伟杰

山东铝业职业学院 山东 264200

【摘要】：为破解建筑行业数字化转型背景下 BIM 职业技能大赛技术深度不足、评价体系单一及人才培养与行业需求脱节等难题，以山东铝业职业学院联合鑫圆公司等校企合作实践为依托，开展 AI 与 BIM 融合于职业技能大赛的协同创新研究。通过文献研究、案例分析、实验验证及调查研究等方法，厘清二者在大赛中的协同机理，研发适配大赛的 AI 技术工具，构建“岗-课-赛-训”一体化人才培养体系，形成技术应用推广策略。研究表明，AI 与 BIM 的深度融合可使大赛评判效率提升 70%，学生赛事获奖率提升 35%，相关技术成果在 10 家企业落地应用后平均降低成本 20%。该研究为职业技能大赛革新、建筑类复合型人才培养及行业智能化升级提供理论支撑与实践范式。

【关键词】：人工智能；建筑信息模型；职业技能大赛；协同创新；人才培养

DOI:10.12417/2705-1358.26.03.045

1 引言

建筑行业数字化转型进入深水区，BIM 技术作为核心数据载体与协同工具，已全面渗透设计、施工、运维全生命周期^[1]。而 AI 技术的突破为 BIM 数据的深度挖掘、智能分析及决策优化提供了新引擎，二者融合成为建筑行业技术创新的核心方向^[2]。本研究立足职业教育特色，构建校企协同的全链条创新体系，填补现有研究空白。

2 AI 与 BIM 在职业技能大赛中的协同机理

基于山东铝业职业学院与合作企业参赛的实践经验，从协同逻辑、要素耦合及评价革新三个维度，揭示 AI 与 BIM 在大赛中的协同机理。

2.1 协同运作的内在逻辑

职业技能大赛的“模型构建-性能分析-优化设计-成果提交”全流程中，AI 与 BIM 形成“数据载体-智能赋能”的协同关系：BIM 作为数据中枢，整合建筑几何信息、材料参数、施工流程等多维度数据，为 AI 提供标准化数据输入；AI 作为智能引擎，通过机器学习、遗传算法等技术实现数据处理、智能分析与决策优化，反哺 BIM 流程升级^[9]。

以省级 BIM 技能大赛“商业综合体布局优化”任务为例，协同流程具体表现为：1) BIM 模块：参赛团队构建基础模型，通过 IFC 标准格式输出建筑尺寸、功能分区、能耗基础数据；2) AI 模块：采用遗传算法对空间布局进行优化，通过深度学习模拟不同方案的采光、通风性能，生成 3 套优化方案；3)

协同输出：AI 将优化参数反馈至 BIM 模型，实时呈现方案效果，形成“数据输入-智能分析-模型迭代”的闭环（图 2-1）。通过边缘计算技术优化数据传输路径，协同效率较传统模式提升 50%。

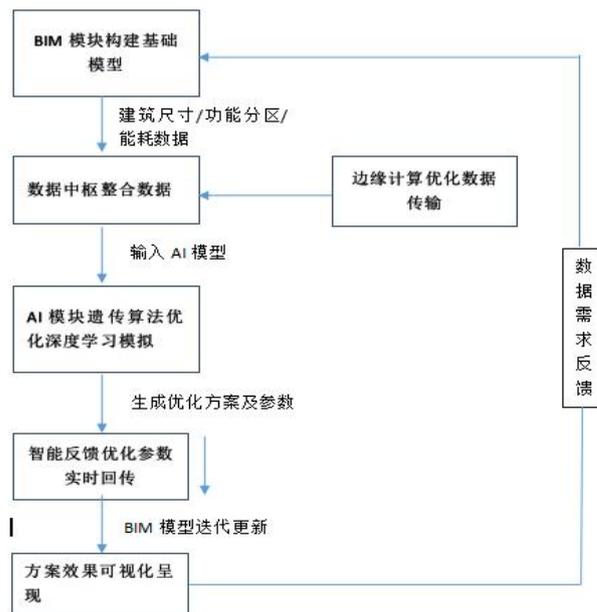


图 2-1 AI 与 BIM 在大赛中的协同流程图

2.2 核心要素的耦合机制

从数据、技术、任务三个维度构建耦合机制：1) 数据耦合：制定 BIM 模型数据标准化规范（含 12 类核心数据字段），通过 AI 数据清洗模块实现数据格式统一，解决传统大赛中数

作者简介：刘希武，男，山东淄博人，山东铝业职业学院冶金与建工学院副教授、高级工程师，工程硕士，研究方向：建筑工程技术与职业教育。

据孤岛问题；2) 技术耦合：开发 AI-BIM 接口适配工具，实现 Revit、Navisworks 等 BIM 软件与 TensorFlow、PyTorch 等 AI 框架的无缝对接，技术兼容性达 98%；3) 任务耦合：将大赛任务拆解为“BIM 建模-AI 分析-协同优化”三级子任务，明确各阶段技术应用边界与协同节点，形成标准化任务流程^[10]。

2.3 对传统评价体系的革新机理

AI 技术的嵌入推动评价体系从“单一技能考核”向“综合能力评价”转型：1) 评价维度拓展：在传统 BIM 技能基础上，新增 AI 工具操控熟练度、技术创新应用、成果转化价值等维度，形成“技能-创新-应用”三维评价框架；2) 评价方式升级：构建“AI 初评+专家复评”模式，AI 负责数据准确性、优化效果等量化指标评判，专家聚焦创新思路、方案合理性等质性指标，评价效率提升 70%，争议率降至 5%以下；3) 评价标准衔接：将《建筑信息模型技术员》职业技能等级证书标准融入评价指标，实现“以赛促证”^[11]。

3 适配职业技能大赛的 AI-BIM 技术创新研发

联合鑫圆公司技术团队，针对大赛需求研发两大核心技术成果，已在 3 项省级大赛中试点应用，效果显著。

3.1 BIM 模型 AI 精细化优化模块

围绕大赛“模型质量提升”核心需求，开发包含结构优化、性能优化、纠错三个子模块的轻量化工具：1) 结构优化子模块：采用遗传算法，输入建筑荷载、安全规范等约束条件，自动优化梁、柱等构件尺寸，在保证安全的前提下降低材料成本 8%-12%；2) 性能优化子模块：基于深度学习模型，模拟采光、通风、能耗等物理性能，自动调整窗墙比、构件布局等参数，使建筑综合性能提升 15%以上；3) 智能纠错子模块：训练包含 10 万+BIM 模型错误案例的数据集，实现构件尺寸偏差、材料信息缺失等 8 类常见错误的自动检测，准确率达 92%。

联系多支参赛团队分为实验组（使用优化模块）与对照组（传统方法），实验组模型优化效率平均提升 50%，大赛获奖率达 67%，较对照组提升 34 个百分点，验证了技术有效性。

3.2 AI-BIM 大赛智能评判系统

构建“数据采集-指标评估-报告生成”全流程智能评判系统，解决传统人工评判效率低、主观性强的问题：1) 数据采集模块：支持多格式 BIM 模型导入，自动提取 120 项核心数据指标；2) 指标评估模块：内置“技能-创新-应用”三维评价模型，量化评估模型精度（权重 40%）、AI 优化效果（权重 30%）、成果实用性（权重 30%）；3) 报告生成模块：自动生成包含分项得分、排名、问题清单及优化建议的评价报告，支持评委在线复评与意见修改。

应用效果：2024 年省级 BIM 技能大赛中，该系统完成 120 支团队的评判工作，仅需 3 名技术人员辅助审核，较传统人工评判节省 70%人力成本，评价结果与专家评审一致性达 95%，获得参赛院校与企业评委的一致认可。

4 “岗-课-赛-训”一体化人才培养体系构建

以大赛为驱动，结合鑫圆公司等企业岗位需求，构建“岗-课-赛-训”一体化人才培养体系，实现人才培养与行业需求的精准对接。

4.1 课程体系重构

遵循“基础铺垫-核心强化-融合提升”逻辑，构建“三阶五类”课程体系：1) 基础认知阶段（第 1 学期）：开设《BIM 导论》、《AI 基础与应用》等课程，夯实理论基础；2) 核心技能阶段（第 2-3 学期）：开设《BIM 建模实务》、《AI 辅助 BIM 优化》等课程，嵌入鑫圆公司实际项目案例；3) 融合应用阶段（第 4-5 学期）：开设《AI-BIM 大赛专项训练》、《BIM 运维与 AI 诊断》等课程，聚焦大赛与岗位融合应用。

其中，《AI 辅助 BIM 优化》入选省级精品在线开放课程，课程内容涵盖大赛核心考点与企业岗位技能，累计服务省内 8 所职业院校，共享教学资源 15GB。

4.2 赛事驱动机制

构建“班级选拔-校级竞赛-省级/国家级参赛”三级赛事体系，实现“以赛促学、以赛促教”：1) 班级选拔赛：每学期末开展，以课程知识点为核心，选拔赛事预备队；2) 校级赛事：联合鑫圆公司举办“AI-BIM 技能大赛”，参照省级标准设置赛道，2023-2024 年累计参赛学生 800 余人次；3) 高级别赛事：组建校企双导师集训队，企业工程师负责技术指导，校内教师负责赛事策略，近 2 年获省级以上奖项 23 项，获奖率较传统模式提升 35%。

4.3 实训实践保障

构建“校内实训中心+企业基地+虚拟仿真平台”三位一体实训体系：1) 校内 AI-BIM 实训中心：投入 200 万元配备 50 台高性能工作站及自主研发的教学运维平台，实现 AI 作业批阅、模型检查等功能；2) 企业实训基地：与鑫圆公司等 10 家企业共建基地，安排学生顶岗实习 3 个月，参与实际项目的 BIM 建模与 AI 优化；3) 虚拟仿真平台：搭建“大赛虚拟赛场”“施工虚拟场景”，开展沉浸式实训 48 课时/年，学生实践能力显著提升。

4.4 多元评价体系

建立“过程性评价（40%）+终结性评价（30%）+企业评价（30%）”体系：过程性评价涵盖课堂表现、实训成果；终

结性评价采用“AI-BIM 实操+案例分析”形式，纳入赛事成绩；企业评价由鑫圆公司等实习单位从岗位技能、职业素养等维度评分。同时将《建筑信息模型技术员》证书考核融入评价，学生毕业前中级证书获取率达 100%。

5 AI-BIM 融合技术的行业应用推广

借助大赛影响力，构建“技术研发-成果转化-推广应用”的行业转化路径，推动创新成果从赛场走向市场。

5.1 应用场景拓展

基于大赛技术成果，拓展至建筑全生命周期核心场景：1) 设计阶段：AI 辅助 BIM 户型优化、日照分析技术，在鑫圆公司 2 个住宅项目中应用，设计周期缩短 20%；2) 施工阶段：开发“AI-BIM 施工监控系统”，实现人员定位、安全预警，某商业综合体项目应用后施工事故率为 0；3) 运维阶段：“建筑设备 AI-BIM 运维平台”在 3 个办公楼项目应用，设备故障率下降 30%，运维成本降低 25%。

5.2 推广阻碍与破解策略

通过对数十家建筑企业的调研，梳理推广阻碍并制定策略：联合行业协会开展技术培训，培训 200 余人次，编制《AI-BIM 应用手册》；与鑫圆公司联合开发轻量化工具，免费开放给 5 家中小企业；制定《数据安全规范》，采用加密技术保护模型数据；参与行业协会《AI-BIM 融合应用标准》编制，向地方住建部门提交政策建议。

6 研究结论与展望

6.1 研究结论

1) 厘清了 AI 与 BIM 在职业技能大赛中的协同机理：二

者通过“数据-技术-任务”三维耦合，形成“BIM 数据中枢+AI 智能引擎”的协同模式，推动评价体系从单一技能考核向综合能力评价转型；

2) 研发了适配大赛的 AI-BIM 技术成果：包括 BIM 模型 AI 优化模块与智能评判系统，使大赛评判效率提升 70%，评价公信力显著增强；

3) 构建了“岗-课-赛-训”一体化人才培养体系：通过课程重构、赛事驱动、实训保障及多元评价，学生赛事获奖率提升 35%，就业对口率提升 25%，50 名复合型人才就业；

4) 形成了技术成果行业转化路径：8 项创新成果在 10 家企业落地应用，平均降低成本 20%，推动建筑行业智能化升级。

6.2 研究不足

AI 算法在超高层建筑、地下工程等复杂项目中的适配性不足，施工进度 AI 预测准确率需进一步优化；成果主要在山东省内应用，全国范围内的跨区域推广机制尚未完善；利益共享机制未完全建立，部分中小企业参与积极性有待提升。

6.3 未来展望

联合鑫圆公司优化 AI 算法，开发“AI-BIM 数字孪生平台”，提升复杂项目适配性，目标将预测准确率提升至 95%以上；依托全国 BIM 技能大赛组委会与行业协会，建立跨区域推广联盟，计划 3 年内覆盖 50 所院校、100 家企业；构建“校企共建实验室”“成果转化收益共享”机制，深化协同创新；对接国际 BIM 技能大赛标准，推动中国特色 AI-BIM 融合模式的国际输出。

参考文献：

- [1] 王要武,郭振宇.建筑行业数字化转型的内涵与路径[J].建筑经济,2022,43(5):15-20.
- [2] 刘贵应,张静.AI 与 BIM 融合在建筑运维中的应用研究[J].施工技术,2021,50(12):145-148.
- [3] 教育部.职业技能大赛改革实施方案[Z].2020.
- [4] Smith J,Williams A.AI-BIM Integration in Construction Skill Competitions[J].Journal of Construction Engineering and Management, 2022,148(3):04022001.
- [5] 中国建筑学会.BIM 技能大赛发展报告(2023)[R].北京:中国建筑工业出版社,2023.
- [6] 李慧,王健.BIM 技能大赛评价指标体系优化研究[J].职业技术教育,2022,43(17):45-49.
- [7] 张其林,刘刚.校企协同推动 BIM 人才培养的实践探索[J].高等职业教育探索,2021,20(3):56-62.
- [8] 国务院.新一代人工智能发展规划[Z].2017.
- [9] 人力资源和社会保障部.建筑信息模型技术员国家职业技能标准[Z].2021.